



Quantificação e Caracterização Fitoquímica de Castanhas de Cajueiro-anão Infestadas por *Anacampsis phytomiella*



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
212**

**Quantificação e Caracterização Fitoquímica
de Castanhas de Cajueiro-anão Infestadas
por *Anacampsis phytomiella***

Nivia da Silva Dias-Pini
Poliana Martins Duarte
Gabriela Priscila de Souza Maciel
Guilherme Julião Zocolo
Francisco das Chagas Vidal Neto
Carlos Tadeu dos Santos Dias
Cherre Sade Bezerra da Silva

***Embrapa Agroindústria Tropical
Fortaleza, CE
2021***

Unidade responsável pelo conteúdo e edição:

Embrapa Agroindústria Tropical
Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici
CEP 60511-110 Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109
www.embrapa.br/agroindustria-tropical
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente
Gustavo Adolfo Saavedra Pinto

Secretária-executiva
Celli Rodrigues Muniz

Secretária-administrativa
Eveline de Castro Menezes

Membros
*Marlos Alves Bezerra, Ana Cristina Portugal
Pinto de Carvalho, Deborah dos Santos Garruti,
Dheyne Silva Melo, Ana Iraidy Santa Brigida,
Eliana Sousa Ximendes, Nivia da Silva Dias*

Revisão de texto
José Cesamildo Cruz Magalhães

Normalização bibliográfica
Rita de Cassia Costa Cid

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
José Cesamildo Cruz Magalhães

Foto da capa
Poliana Martins Duarte

1ª edição
On-line (2021)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Agroindústria Tropical

Quantificação e caracterização fitoquímica de castanhas de cajueiro-anão infestadas por *Anacampsis phytomiella* / Nivia da Silva Dias-Pini... [et al.]. – Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2021.

20 p. : il. ; 16 cm x 22 cm – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 1679-6543; 212).

Publicação disponibilizada on-line no formato PDF.

1. *Anacardium occidentale*. 2. *Anacampsis phytomiella*. 3. Ácidos anacárdicos. 4. Interação planta-inseto. I. Dias-Pini, Nivia da Silva. II. Duarte, Poliana Martins. III. Maciel, Gabriela Priscila de Souza. IV. Zocolo, Guilherme Julião. V. Vidal Neto, Francisco das Chagas. VI. Dias, Carlos Tadeu dos Santos. VII. Silva, Cherre Sade Bezerra da. VIII. Série.

CDD 632.76

Sumário

Resumo.....4

Abstract.....6

Introdução.....7

Material e Métodos.....9

Resultados e Discussão.....12

Conclusões.....18

Referências.....18

Quantificação e Caracterização Fitoquímica de Castanhas de Cajueiro-anão Infestadas por *Anacampsis phytomiella*

Nivia da Silva Dias-Pini¹

Poliana Martins Duarte²

Gabriela Priscila de Souza Maciel³

Guilherme Julião Zocolo⁴

Francisco das Chagas Vidal Neto⁵

Carlos Tadeu dos Santos Dias⁶

Cherre Sade Bezerra da Silva⁷

Resumo - O objetivo deste trabalho foi quantificar e caracterizar os ácidos anacárdicos (AcAn) em diferentes genótipos de cajueiro-anão infestados pela traça-da-castanha (*Anacampsis phytomiella*). A coleta das castanhas foi realizada na área experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, em Pacajus, CE, no segundo semestre de 2017. Avaliou-se o teor de ácidos anacárdicos de 13 genótipos de cajueiro-anão sadios e infestados pela traça-da-castanha. A análise química do líquido da casca da castanha-de-caju foi realizada em cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, e todas as análises foram realizadas em triplicatas. O teor de ácidos anacárdicos foi menor em castanhas infestadas, com exceção para os genótipos CCP 76 e MG 165. Nas castanhas infestadas pela traça, houve a redução dos constituintes trieno, dieno e monoeno para a maioria dos genótipos avaliados, indicando

¹ Bióloga, doutora em Entomologia, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

² Engenheira-agrônoma, doutoranda em Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE

³ Engenheira-agrônoma, mestranda em Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE

⁴ Bacharel em Química, doutor em Química analítica, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

⁵ Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

⁶ Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE

⁷ Biólogo, doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB

uma possível interação entre a infestação por *A. phytomiella* e os teores de ácidos anacárdicos em genótipos de cajueiro-anão.

Termos para indexação: *Anacardium occidentale*, ácidos anacárdicos, *Anacampsis phytomiella*, interação planta-inseto.

Quantification and Phytochemical Characterization of Dwarf Cashew Nuts Infested by *Anacampsis phytomiella*

Abstract - The objective of this work was to quantify and characterize anacardic acids (AcAn) in different genotypes of dwarf cashew trees infested by the brown moth (*Anacampsis phytomiella*). The collection of cashew nuts was carried out from June to December of 2017 at Embrapa Tropical Agroindustry's Experimental Station (Pacajus, CE, Brazil). We evaluated the content of AnAcs in healthy and brown-moth infested plants from 13 genotypes of dwarf cashew. Chemical analysis of the cashew nut shell liquid was performed using high performance liquid chromatography (HPLC). The experimental design was completely randomized and all analyzes were performed in triplicates. The AnAc content was lower in infested cashewnuts, except for the CCP 76 and MG 165 genotypes. Brown-moth infestation caused reduction of triene, diene and monoene compounds in the cashew nut shell liquid of most of the evaluated genotypes, indicating a potential interaction between the brown-moth infestation and the AnAc levels in dwarf cashew genotypes.

Index terms: *Anacardium occidentale* L., anacardic acids, *Anacampsis phytomiella*, plant-insect interaction.

Introdução

A traça-da-castanha, *Anacampsis phytomiella* (Lepidoptera: Gelechiidae), é considerada praga-chave da cajucultura (Mesquita; Braga Sobrinho 2013). Na fase imatura, o inseto causa dano direto ao principal produto do cajueiro, pois a larva alimenta-se da amêndoa e utiliza a casca da castanha como abrigo (Melo; Bleicher 2002; Mesquita; Braga Sobrinho 2013). O consumo parcial ou total da amêndoa causa prejuízos aos produtores, pois torna inviável a comercialização da castanha. No campo, a presença de castanhas com orifícios (castanhas furadas) indica o ataque da traça. Esses orifícios são circulares e geralmente se localizam na extremidade distal da castanha, sendo construídos pelas larvas para que os insetos adultos possam sair da castanha após completarem o seu desenvolvimento (Melo; Bleicher 2002; Mesquita; Braga Sobrinho 2013).

As estratégias de manejo para o controle de *A. Phytomiella* são bastante desafiadoras, pois o local onde a larva se abriga dificulta o contato direto da praga com qualquer produto, seja ele químico ou biológico. Dessa forma, deve-se buscar outras táticas de manejo para o controle dessa praga.

A utilização de genótipos resistentes é um dos métodos mais adequados para o controle de insetos-praga, pois a seleção de genótipos resistentes reduz as aplicações de inseticidas, mantém a população dos artrópodes-praga abaixo do nível de dano econômico, pode ser utilizada em combinação com outros métodos de controle, além de não oferecer risco de contaminação ao meio ambiente (Baldin et al., 2019). Em estudo com cajueiro-anão, Duarte (2018) avaliou o grau de resistência em diferentes genótipos quanto ao ataque da traça-da-castanha, mostrando que os clones 'PRO 143/7', 'PRO 155/2' e 'MG 170' foram considerados moderadamente resistentes, e o clone 'PRO 130/1' altamente suscetível. No entanto, não se tem conhecimento de quais metabólitos de defesa estão envolvidos nessa interação.

As plantas produzem uma diversidade de compostos orgânicos para sua defesa, conhecidos como metabólitos secundários. Esses metabólitos são responsáveis por mediar as interações planta-insetos. Espécies do gênero *Anacardium*, ao qual pertence o cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), apresentam alto teor de substâncias com propriedades tóxicas. Dentre essas substâncias, está o líquido da casca da castanha-de-caju (LCC),

que é constituído pelos compostos fenólicos cardóis (10 a 20%), cardanóis (3 a 10%), ácidos anacárdicos (AcAn) (60 a 70%), 2-metilcardóis (2 a 5%) e outros constituintes (Lomonaco et al., 2017).

Os AcAn apresentam propriedades inseticidas (Schultz et al., 2006; Romano, 2016). Eles atuam no sistema nervoso dos insetos como inibidores da enzima acetilcolinesterase (Moraes et al., 2017). A transmissão sináptica ocorre a partir da substância neurotransmissora acetilcolina (Camargo et al., 2016). A enzima acetilcolinesterase (AChE) hidrolisa a acetilcolina e, quando a enzima é inativada, ocorre o acúmulo tóxico de acetilcolina, ocasionando falha na transmissão sináptica colinérgica, deterioração das junções neuromusculares, paralisia dos músculos flácidos e perturbações no sistema nervoso central (Rosenberry et al., 2008).

Os mecanismos de defesa do cajueiro frente ao ataque da traça-da-castanha ainda não foram explorados. No entanto, em estudos envolvendo outras pragas, como a mosca-branca-do-cajueiro (*Aleurodicus cocois*), observou-se maior conteúdo de compostos fenólicos nos genótipos de cajueiro resistentes ao inseto (Goiana et al., 2020). Saraiva (2019), avaliando a atratividade de *A. cocois* mediada por compostos orgânicos voláteis de cajueiro, verificou que os genótipos resistentes eram menos atrativos para a praga. Dentre os constituintes dos voláteis encontrados no genótipo resistente, estavam presentes os compostos limonene, β -cariofileno e mirceno, que em altas concentrações são considerados repelentes químicos para aleirodídeos (Li et al., 2014; Du et al., 2016; Shi et al., 2016; Sadeh et al., 2017; Tu; Qin, 2017). Tal como para a *A. cocois*, é importante conhecer o comportamento dos metabólitos secundários em plantas de cajueiro sob infestação da traça-da-castanha.

Para o cajueiro, ainda não é conhecido se o genótipo influencia no teor de AcAn e se a variação de tais metabólitos está ligada à infestação da traça-da-castanha. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi quantificar e caracterizar os ácidos anacárdicos (AcAn) em diferentes genótipos de cajueiro-anão infestados pela traça-da-castanha (*Anacampsis phytomiella*).

Material e Métodos

Extração do LCC

Castanhas foram coletadas em um pomar com 13 genótipos de cajueiro-anão implantado em 2011 pelo programa de Melhoramento Genético do Cajueiro, no Campo Experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, em Pacajus, CE (4°10'35"S; 38°28'19"W; 79 m de altitude). As plantas foram cultivadas em regime de sequeiro, em espaçamento 8 m x 6 m.

O pomar é constituído por genótipos em fase local de avaliação. Utilizaram-se os genótipos PRO 112/8, H 111/2, MG 113, MG 155, PRO 105/5, PRO 120/4, MG 165, PRO 143/7, PRO 155/2, MG 170 e PRO130/1; e dois genótipos comerciais – BRS 226 e CCP 76 (padrão suscetível) (Duarte, 2018). Para cada genótipo, foram colhidas, aleatoriamente na planta, castanhas maduras infestadas/furadas (Figura 1A) e não infestadas (sadias) (Figura 1B) de cinco plantas diferentes (repetições), totalizando dez castanhas por cada combinação de genótipo e nível de infestação (infestada vs. sadia).

Fotos: Abelardo Herculano

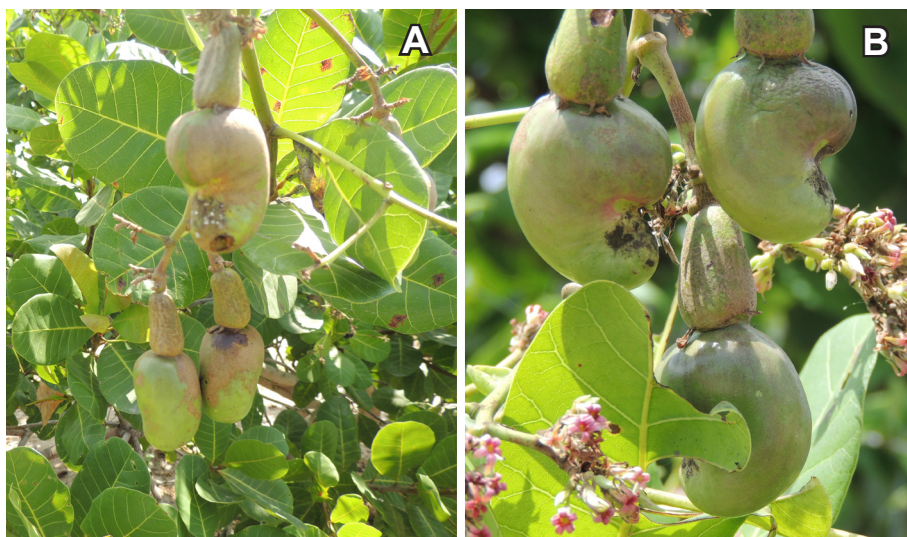


Figura 1. Maturis de cajueiro. A) castanhas infestadas (furadas) e B) não infestadas (sadias). Pacajus, CE.

O material coletado passou por secagem em estufa a 40 °C por 72 horas. Em seguida, com o auxílio de uma guilhotina mecânica, cada castanha recebeu um corte sagital. As cascas das castanhas foram separadas das amêndoas e reservadas para a extração do LCC, conforme metodologia de Oiram Filho (2017).

A extração do LCC foi realizada em prensa hidráulica (Marconi MA/098/50A/I) com o auxílio de célula de extração de óleo e bandeja coletora (Figura 2). As cascas das castanhas de cada combinação de genótipo e nível de infestação foram agrupadas sobre tecido voil e carregadas na célula de extração, a qual possui malha que atua como filtro. A prensa foi acionada a uma pressão de 153 kgf/cm² a 40 °C por 5 minutos, sendo o primeiro e o último minutos dedicados a ajustes, enquanto os três minutos intermediários constituíram o período efetivo de prensagem (Cavalcante, 2014). O LCC extraído foi armazenado em frasco de vidro de cor âmbar e mantido em temperatura ambiente (Oiram Filho, 2017). Após a extração, foram retiradas três amostras (repetições) de 0,005 g do LCC de cada genótipo por tratamento e solubilizadas em 5 mL de metanol. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa SASM-agri.

Cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE)

Para identificar o perfil químico do LCC, utilizou-se o sistema CLAE (mais conhecido como *High Performance Liquid Chromatography* – HPLC). Esse sistema é composto por um cromatógrafo Shimadzu LC-20AB Prominence acoplado a um detector de arranjo de diodo Shimadzu SPD-M20A Prominence e a um *autosampler* Shimadzu SIL-20AC Prominence (Quioto, Japão). O controle instrumental da análise e o processamento dos dados foram tratados com o uso do software Shimadzu LC Solution.

Foi utilizado o método desenvolvido por Paramashivappa et al. (2001), com uma coluna cromatográfica de fase reversa Shimadzu Shim-pack CLC – ODS(M) C18 (150 mm x 4,6 mm x 5 µm). A fase móvel foi composta de acetonitrila grau HPLC e água purificada com sistema Mili Q na proporção (80:20), acidificada com 1% de ácido acético em modo isocrático. O tempo de

Fotos: Poliana Martins Duarte



Figura 2. Processo de extração do líquido da casca da castanha de caju. A e B: cascas de dez castanhas envolvidas em tecido voil antes de serem carregadas na célula de extração; C e D: componentes da célula de extração e bandeja coletora; E: prensa hidráulica.

corrida foi de 30 min, com fluxo de 1,5 mL min⁻¹, à temperatura de 30 °C e com volume de injeção da amostra de 20 µL. Os cromatogramas foram monitorados a um comprimento de onda de 280 nm, e a aquisição dos espectros UV foi realizada na faixa de comprimento de onda de 200 nm a 400 nm. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa SASM-agri.

Resultados e Discussão

Os resultados da análise de variância (ANOVA) para a concentração de ácidos anacárdicos indicaram interação significativa ($p < 0,01$) entre os genótipos e a sanidade da castanha (Tabela 1).

Tabela 1. ANOVA da concentração de ácidos anacárdicos e da sanidade (castanhas sadias e castanhas furadas pela traça-da-castanha) em treze genótipos de cajueiro.

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Genótipo	12	12708,1887	1277,19	<0,0001
Sanidade	1	82651,6986	8306,63	<0,0001
Interação	12	20028,4022	2012,89	<0,0001

No geral, as concentrações de AcAn foram menores em castanhas furadas pela traça em comparação às castanhas sadias. Contudo, exceções ocorreram para o genótipo MG 170, em que não foi observada diferença significativa entre castanhas sadias e furadas; e para o clone CCP 76 e o genótipo MG 165, que apresentaram teores de AcAn significativamente superiores em castanhas infestadas quando comparados às castanhas sadias (Tabela 2).

Os AcAn são constituídos por uma mistura de monoeno (C15:1), dieno (C15:2) e trieno (C15:3) (Morais et al., 2017). O componente trieno foi majoritário em cascas de castanhas de cajueiro, independentemente destas estarem sadias ou furadas pela traça-da-castanha. O teor de trieno mostrou uma tendência de redução nas castanhas furadas ($Pr > F = 0,0001$), com exceção apenas para o genótipo MG 165 (Figura 3).

Tabela 2. Concentrações de ácidos anacárdicos em $\mu\text{g}/\text{mg}$ de líquido da casca da castanha-de-caju, em castanhas sadias (não infestadas) e furadas (infestadas) por *A. phytomiella*, em treze genótipos de cajueiro. Pacajus, CE.

Genótipos	Médias \pm Erro padrão ($\mu\text{g}/\text{mg}$)	
	Sadia	Furada
PRO 112/8	853,4 \pm 3,9 aA*	654,2 \pm 1,7 gB
H 111/2	820,2 \pm 0,2 bA	718,7 \pm 0,0 cdB
MG 113	805,0 \pm 0,7 cA	725,3 \pm 0,8 cB
BRS 226	803,9 \pm 1,6 cA	687,8 \pm 1,2 eB
CCP 76	786,3 \pm 0,7 dB	789,3 \pm 0,6 aA
PRO 155/2	784,9 \pm 0,9 dA	713,7 \pm 2,0 dB
MG 155	778,6 \pm 0,8 dA	676,3 \pm 0,9 fB
PRO130/1	761,3 \pm 4,1 eA	501,0 \pm 1,7 hB
PRO 143/7	725,0 \pm 1,6 fA	674,5 \pm 1,0 fB
PRO 105/5	723,5 \pm 2,1 fA	671,7 \pm 2,5 fB
MG 170	721,3 \pm 3,5 fA	719,8 \pm 1,9cdA
PRO 120/4	709,0 \pm 2,9 gA	660,1 \pm 1,9 gB
MG 165	543,0 \pm 0,6 hB	776,7 \pm 1,0 bA
CV (%)	0,49	0,37

* Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem significativamente entre si de acordo com o teste de Tukey ($p = 0,05$).

As concentrações de dieno foram menores ($\text{Pr} > F = 0,0001$) em castanhas infestadas do clone BRS 226 e nos genótipos experimentais H 111/2, MG 113, PRO 105/5, PRO 112/8, PRO 120/4 e PRO 130/1, sendo que o genótipo PRO 130/1 apresentou a menor concentração do constituinte, 83,80 $\mu\text{g}/\text{mg}$ de LCC (Figura 4). Segundo Duarte (2018), o genótipo PRO 130/1 é considerado altamente suscetível devido ao alto percentual de infestação avaliado em três anos consecutivos.

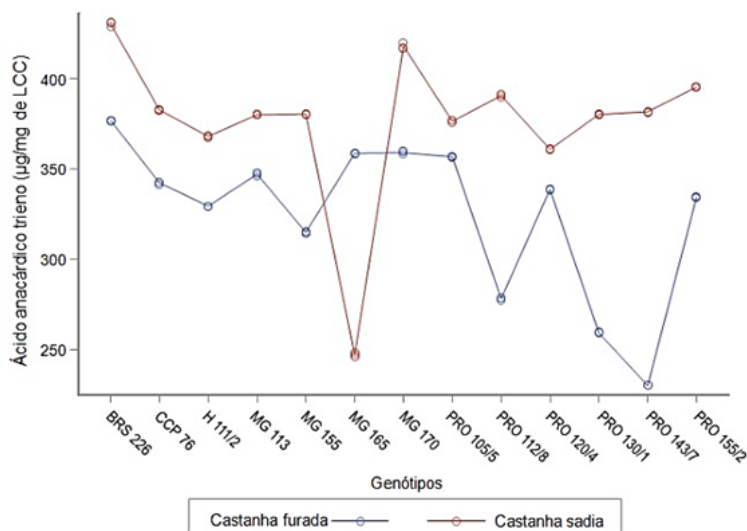


Figura 3. Concentrações de ácido anacárdico do tipo trieno em castanhas furadas pela traça-da-castanha (*A. phytomiella*) e sadias de cajueiro. Pacajus, CE.

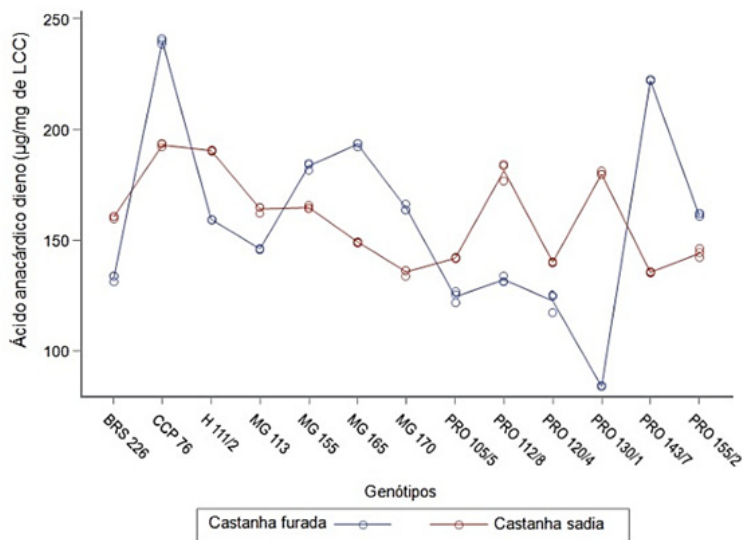


Figura 4. Concentrações de ácido anacárdico do tipo dieno em castanhas furadas pela traça-da-castanha (*A. phytomiella*) e sadias de cajueiro. Pacajus, CE.

As concentrações de monoeno foram menores ($Pr > F = 0,0001$) nas castanhas furadas pela praga na maioria dos genótipos de cajueiro, com exceção de MG 165, MG 170 e PRO 143/7 (Figura 5).

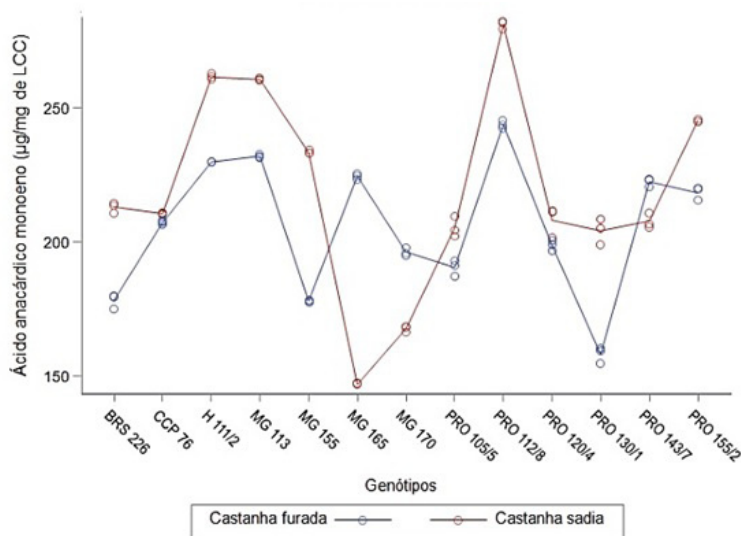


Figura 5. Concentrações de ácido anacárdico do tipo monoeno em castanhas furadas pela traça-da-castanha (*A. phytomiella*) e sadias de cajueiro. Pacajus, CE.

A partir das análises realizadas no CLAE (HPLC), foram identificados cinco picos cromatográficos em todos os genótipos. Utilizando-se os tempos de retenção e espectros UV dos compostos encontrados em castanhas infestadas e não infestadas pela traça, foram identificados os picos de I a V, sendo cardol (I), cardanol (II) e os ácidos anacárdicos trieno (III), dieno (IV) e monoeno (V) (Figura 6).

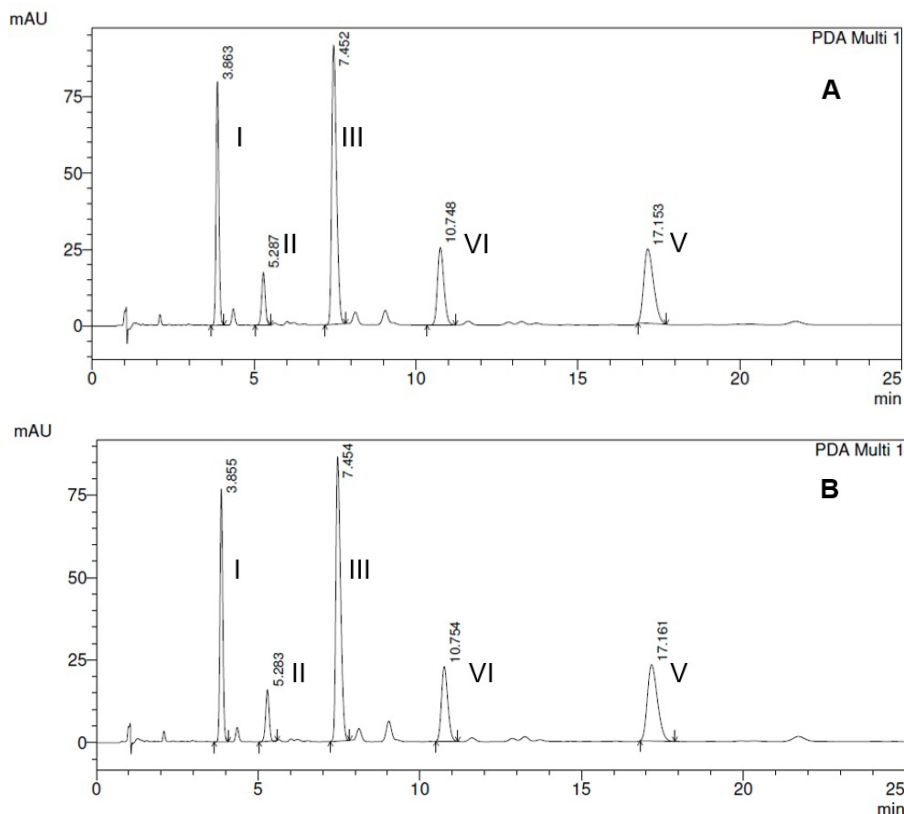


Figura 6. Cromatogramas do líquido da casca da castanha-de-caju (LCC) obtidos por CLAE a partir de castanhas sadias (A) e castanhas furadas pela traça-da-castanha (*A. Phytomiella*) (B). O perfil cromatográfico contém (I) cardol, (II) cardanol e ácidos anacárdicos composto por (III) trieno, (IV) dieno e (V) monoeno.

Assim, os resultados mostraram que a produção de AcAn foi alterada em 10 dos 13 genótipos de cajueiro estudados. Nas castanhas atacadas pela traça, ocorreu uma redução significativa desses compostos fenólicos, especialmente dos tipos trieno e monoeno. Esse mecanismo de resposta fitoquímica pode estar associado ao processo coevolutivo da praga com seu hospedeiro, pois, uma vez que os ácidos anacárdicos são metabólitos de defesa constitutivos, a traça pode ter desenvolvido mecanismos para suprimir a barreira fitoquímica imposta pelo seu hospedeiro. Em estudos realizados com insetos galhadores, foi observada a capacidade do artrópode

em reprogramar o transcriptoma do hospedeiro para aumentar os transcritos associados à mobilização de sacarose e glicólise e diminuir os transcritos de defesa (Nabity, et al., 2013).

O AcAn do tipo trieno é um importante antioxidante com atividade inibitória da enzima acetilcolinesterase (AChE) (Morais et al., 2017). A inibição da enzima causa o acúmulo tóxico de acetilcolina no sistema nervoso do inseto, podendo acarretar falhas no sistema nervoso central (Rosenberry et al., 2008). Os teores de trieno e monoeno foram encontrados em baixas concentrações para a maioria dos genótipos com castanhas furadas. Essa redução pode ter sido ocasionada pelos mecanismos de defesa do inseto, visto que algumas lagartas de lepidópteros podem suprimir substâncias tóxicas do hospedeiro (Musser, et al., 2002).

As funções do monoeno e do dieno estão relacionadas às respostas de defesa da planta ao ataque de insetos herbívoros. O monoeno é um inibidor da lipoxigenase-1, que catalisa a peroxidação do ácido linoleico, e o dieno atua na inibição da peroxidação (Kubo et al., 2008). A peroxidação do ácido linoleico resulta na ativação da transcrição de genes de defesa do hospedeiro (Farmer; Ryan, 1990). A inibição dessas enzimas pode ocasionar a suscetibilidade do genótipo.

Mesmo dentro de uma espécie, diferentes genótipos adotam estratégias sutilmente diferentes para coexistir com o inseto-praga, o que pode afetar a partição de recursos entre crescimento e defesa (Jander et al., 2001). O presente estudo revelou consideráveis diferenças entre os genótipos de cajueiro em relação aos teores de AcAn acumulados em suas castanhas. É importante salientar que a relação praga vs. teor de AcAn aqui observada foi do tipo associativa e não causal. Esta última não está, contudo, descartada, embora necessite ser testada por meio de novos experimentos para verificar, por exemplo: (i) se a praga induz a planta a reduzir a produção de AcAn; ou (ii) se existe variação intragenótipo ou intraplanta significativa no teor de AcAn, elevando as taxas de injúria da praga sobre castanhas com menores teores de AcAn.

Conclusões

O teor de ácidos anacárdicos foi menor em castanhas infestadas, com exceção para os genótipos CCP 76 e MG 165. Nas castanhas infestadas pela traça, houve a redução dos constituintes trieno, dieno e monoeno para a maioria dos genótipos avaliados, indicando uma possível interação entre a infestação por *A. phytomiella* e os teores de ácidos anacárdicos em genótipos de cajueiro-anão.

Referências

BALDIN, E. L. L.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L. **Resistência de plantas a insetos: fundamentos e aplicações**. Piracicaba: FEALQ, 2019. p. 26.

CAMARGO, R. S.; FUJIHARA, R. T.; FORTI, L. C.; ALMEIDA, M. C. Morfologia interna. In: FUJIHARA, R. T.; FORTI, L. C.; ALMEIDA, M. C.; BALDIN, E. L. L. **Insetos de importância econômica: guia ilustrado para identificação de famílias**. Botucatu: FEPAF, 2016. p. 43-68.

DUARTE, P. M. **Fontes e mecanismos de resistência de clones de cajueiro-anão à traça-da-castanha**. 2018. 34 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

FARMER, E. E.; RYAN, C. A. Interplant communication: airborne methyl jasmonate induces synthesis of proteinase inhibitors in plant leaves. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 87, n. 19, p. 7713-7716, 1990.

GOIANA, E. S.; DIAS-PINI, N. S.; MUNIZ, C. R.; SOARES, A. A.; ALVES, J. C.; VIDAL NETO, F. C.; BEZERRA, C. S. S. Dwarf-cashew resistance to whitefly (*Aleurodicus cocois*) linked to morphological and histochemical characteristics of leaves. **Pest Management Science**, v. 76, n. 2, p. 464-471, 2020.

JANDER, G.; CUI, J. P.; NHAN, B.; PIERCE, N. E.; AUSUBEL, F. M. The TASTY locus on chromosome 1 of Arabidopsis affects feeding of the insect herbivore *Trichoplusia ni*. **Plant Physiology**, v. 126, n. 2, p. 890-898, 2001.

KUBO, I.; HA, K.; TSUJIMOTO, K.; TOCOLI, F. E.; GREEN, I. R. Evaluation of Lipoxygenase Inhibitory Activity of Anacardic Acids, **Zeitschrift für Naturforschung C**, v. 63, n. 7-8, p. 539-546, 2008.

LOMONACO, D.; MELE, G.; MAZZETTO, S. E. Cashew nutshell liquid (CNSL): from an agro-industrial waste to a sustainable alternative to petrochemical resources. [s.l.]: Springer, 2017. p. 19-38. In: **Cashew Nut Shell Liquid**. Springer, Cham. p. 19-38, 2017.

MELO, Q. M. S.; BLEICHER, E. Identificação e manejo das principais pragas do cajueiro. In: MELO, Q. M. S. (Ed.). **Caju Fitossanidade**. Brasília, DF Embrapa, 2020. p. 9-34.

MESQUITA, A. L. M.; BRAGA SOBRINHO, R. Pragas e doenças do cajueiro. In: ARAÚJO, J. P. P. (Ed.). **Agronegócio caju: práticas e inovações**, Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 195-215.

MORAIS, M. S.; SILVA, A. K.; HALLISON, A.; VIEIRA, G. P. I.; ALVES, R. D.; FONTENELLE, O. S. R.; SILVA, M. S. A. Anacardic acid constituents from cashew nut shell liquid: NMR characterization and the effect of unsaturation on its biological activities. **Pharmaceuticals**, v. 10, n. 1, p. 31, 2017.

MUSSER, R. O.; HUM-MUSSER, S. M.; EICHENSEER, H.; PEIFFER, M.; ERVIN, G.; MURPHY, J. B.; FELTON, G. W. Caterpillar saliva beats plant defences. **Nature**, v. 416, n. 6881, p. 599-600, 2002.

NABITY, P. D.; HAUS, M. J.; BERENBAUM, M. R.; DELUCIA, E. H. Leaf-galling phylloxera on grapes reprograms host metabolism and morphology. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 110, n. 41, p. 16663-16668, 2013.

OIRAM FILHO, F. **Isolamento em escala preparativa de ácidos anacárdicos provenientes do líquido da casca da castanha do caju (LCC)**. 2017. 64 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

PARAMASHIVAPPA, R.; KUMAR, P. P.; VITHAYATHIL, P. J.; RAO, A. S. Novel Method for Isolation of Major Phenolic Constituents from Cashew (*Anacardium occidentale* L.) Nut Shell Liquid. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 5, p. 2548-2551, 2001.

ROSENBERRY, T. L.; SONODA, L. K.; DEKAT, S. E.; CUSACK, B.; JOHNSON, J. L. Monitoring the reaction of carbachol with acetylcholinesterase by thioflavin T fluorescence and acetylthiocholine hydrolysis. **Chemico-biological Interactions**, v. 175, n. 1-3, p. 235-241, 2008.

ROMANO, C. A. **Atividade inseticida do líquido da castanha de *Anacardium humile* (anacardiaceae) sobre *Aedes aegypti***. 2016. 49 f. Dissertação (Mestrado em Biologia da Relação Parasito-Hospedeiro) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

SARAIVA, W. V. A. **Alternativas de manejo da mosca-branca *Aleurodicus cocois* (CURTIS, 1846) (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) na cultura do cajueiro**. 2019. 88 f. Dissertação (Mestrado em em Agronomia/Fitotecnia) - Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

SCHULTZ, D. J.; OLSEN, C.; COBBS, G. A.; STOLOWICH, N. J.; PARROTT, M. M. Bioactivity of Anacardic Acid against Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) larvae. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 20, p. 7522-7529, 2006.

ZHAO, Q.; ZHANG, X.; CAI, H.; ZHANG, P.; KONG, D.; GE, X.; DU, M.; LIANG, R.; DONG, W. Anticancer effects of plant derived Anacardic acid on human breast cancer MDA-MB-231 cells. **American Journal of Translational Research**, v. 10, n. 8, p. 2424, 2018.



Agroindústria Tropical



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL